

Mesure de l'efficacité d'aérateurs de soffite à clapet à protéger les toits et les combles par grands vents

INTRODUCTION

Le vent qui s'engouffre à travers les orifices de ventilation des soffites dans le vide sous toit peut y entraîner de la neige fine ou de la pluie, ce qui finit par mouiller le plafond. La pression peut également pressuriser le vide sous toit, ce qui vient s'ajouter aux différences de pression occasionnées par la « succion » due au vent lorsque celui-ci passe au-dessus du toit. Sous l'effet de forts vents, le support de couverture peut se soulever, le revêtement des murs de pignon peut se détacher et le plafond, déjà détrempé, peut s'affaisser.

La pose de clapets sur les orifices de ventilation des soffites peut prévenir tous ces désordres : il suffit de les situer de manière à ce qu'ils pendent la plupart du temps en position ouverte pour admettre l'air, mais se referment rapidement sous l'effet de vents forts, ce qui empêche la pluie et la neige de s'introduire dans les combles et de causer des dégâts. De tels aérateurs de soffite à clapet devraient également empêcher le vide sous toit de se pressuriser ou devraient même au contraire de le dépressuriser. Seuls les aérateurs de soffite situés en aval (sous le vent) ou dans les « zones de transition » à l'opposé du vent restent ouverts; les ventilateurs en position ouverte dépressurisent le vide sous toit jusqu'à ce qu'il soit en équilibre avec la faible pression à l'extérieur. Cette dépressurisation fait contrepoids à l'effet de « succion » au-dessus et au-delà de la couverture, et permet ainsi d'éliminer ou d'amenuiser les différences de pression agissant vers l'extérieur. Cette situation permet de maintenir le support de couverture en place, et laisse le mur du pignon intact, de même que le plafond. Voilà pour ce qui est du concept.

Jusqu'à maintenant, la performance des aérateurs à clapet en regard de la dépressurisation des vides sous toit a été vérifiée de manière analytique et par la mise à l'essai de maquettes en soufflerie ou montés sur des véhicules en mouvement à l'échelle 1 : 15, comme il est décrit sommairement ci-dessous. Le projet avait pour objectif d'étudier la performance des aérateurs à clapet en vraie grandeur en « situation réelle » par le suivi de l'évolution des pressions dans le vide sous toit d'une maison lors de grands vents.



Figure 1 Maquette montée sur véhicule pour les essais

On aperçoit le tube de Pitot dans la partie supérieure de la photo, au-dessus et en avant du faîte du toit. La position de la maison peut être réglée à n'importe quel angle « par rapport au vent ». Les baromètres jumelés sont montés à l'intérieur du pare-soleil. Observateur : Peter Russell, P.Eng.

PROGRAMME DE RECHERCHE

Les essais sur modèles à l'échelle montés sur une voiture ont été menés en 2005. Comme le montre la figure 1, l'installation permet d'enregistrer les pressions dans le vide sous toit (par rapport aux mesures de pression statique et de vitesse prises par des tubes de Pitot situés devant le toit et au-dessus de celui-ci) à des vitesses allant jusqu'à 140 km/h. Les constatations importantes figurent ci-dessous.

Comment les toits des maisons dotés d'orifices de ventilation par les soffites classiques réagissent-ils à de grands vents accompagnés de rafales, par rapport à des soffites munis d'aérateurs de soffite à clapet? On a d'abord cherché à trouver des maisons témoins dans la région venteuse de la pointe Pelée en Ontario, avec le soutien de l'université de Windsor. Aucun propriétaire de maison convenant à l'étude n'a



Figure 2 Maison de Pouch Cove. Vue vers le nord depuis le devant de la maison; cheminée sur la façade est. Emprise au sol de 26 x 36 pi. Le support de couverture est composé de planches emboutées pas très étanches à l'air, particulièrement où elles sont en saillie au-dessus des murs de pignon.

toutefois été trouvé, malgré les efforts de la SCHL et de l'université. Enfin, renonçant à la possibilité de profiter des grands vents d'hiver de la pointe de Pelée, les chercheurs ont fini par se tourner vers la Nouvelle-Écosse et Terre-Neuve, là où la période des grands vents s'étend jusqu'au printemps et à l'été. Une maison idéale a été trouvée à Pouch Cove, au nord de St. John's (par l'entremise du représentant local du PARI, le programme d'aide à la recherche industrielle du CNRC), et est montrée à la figure 2. Une équipe de recherche locale, possédant une expérience connexe, a entrepris de doter la maison de l'instrumentation et de mener les travaux de suivi des pressions, malgré le court préavis et leur carnet de commandes bien garni.

À la suite des retards découlant de l'acquisition d'un jeu d'instruments de mesure convenable, l'équipe a mis en place les instruments de suivi et a mené, le 5 juin 2006, les premiers essais sur la maison témoin dotée d'orifices de ventilation par les soffites classiques. (L'installation est montrée à la figure 3. Des aérateurs de soffites rectangulaires ont été découpés dans le contreplaqué non ventilé en vue des essais). L'équipe sur place (l'auteur et le propriétaire-occupant, un professeur de physique à la retraite, de surcroît) a procédé à la pose des aérateurs à clapet fabriqués à la main (voir la figure 3 et 4), du 13 au 15 juin. Ils ont pu observer l'effet des rafales tandis qu'ils travaillaient et, le 16 juin, ils rencontraient les membres de l'équipe de recherche pour discuter du projet et demander des modifications importantes à l'installation de suivi.



Figure 3 Aérateurs de soffite à clapet en place. Position ouverte



Figure 4 Aérateurs de soffite à clapet en place, en position fermée. Les premiers modèles étaient des « prototypes en vraie grandeur » fabriqués à partir des bacs à fleurs pour fenêtre dotés de clapets « Corroplast ». Ces derniers se sont avérés trop bruyants, malgré la présence de coussinets en caoutchouc mou.

L'équipe de recherche a mené une autre séance de suivi le 21 juin avec les aérateurs à clapet en place, et le 3 juillet avec les aérateurs à clapet bloqués en position ouverte à l'aide de ruban de manière à agir comme des aérateurs de soffite classiques. Toutes les données relatives au vent étaient semblables quant à leur direction et leur force, c'est-à-dire dans l'axe de la maison (sud-ouest et ouest-sud-ouest) à une vitesse de 37 km/h, avec des vitesses de pointe de 60 km/h. Malheureusement aucun vent latéral n'a été enregistré.

Plus déplorable encore est le fait de ne pas avoir redressé des erreurs cruciales lors de ces travaux exécutés à la hâte : ignorant les processus établis pour mesurer les surcharges dues au vent sur les bâtiments (intérieures et extérieures), toutes les mesures de pression ont été effectuées par rapport à la pression à l'intérieur de la maison seulement, à titre de point de référence. Les pressions à l'intérieur de la maison n'ayant toutefois pas été mesurées, il n'existe aucun moyen de déterminer les pressions en chiffres absolus, c'est-à-dire les différentiels de pression occasionnés par le vent comparativement à la pression statique. Les pressions n'ont pas non plus pu être liées de façon fiable les unes par rapport aux autres, car l'agencement des capteurs de pression qui était moins qu'idéal n'a pas été corrigé.

Il a été souligné que les vents selon toute vraisemblance dépressurisaient de manière importante cette maison très étanche à cheminée très haute; car le point de référence lui-même pourrait présenter une pression très négative et variable. C'est pourquoi les chercheurs sont retournés sur place pour y mener d'autres essais en septembre, dont un de ceux-ci a consisté à mesurer la pression intérieure par rapport à la pression extérieure (statique et barométrique), ce qui leur a procuré une formule brute de correction à appliquer. (La formule de correction elle-même a été obtenue de façon plutôt rudimentaire : un baromètre a été calibré contre le baromètre de la station météo à pied d'œuvre, puis placé à l'intérieur tout près des capteurs de référence.) Qui plus est, tous les capteurs de pression à l'extérieur ont été remis en état, de manière à ce que les pressions dans le vide sous toit puissent être liées avec davantage de confiance aux pressions à l'extérieur près des événements.

CONSTATATIONS

2008-01191/

Un aperçu des résultats des essais menés sur les modèles à l'échelle, particulièrement les essais « sur véhicule » (figure 1), aide à mettre en perspective les objectifs recherchés à pied d'œuvre et les résultats limités :

- 1) les vents de front dépressurisent le vide sous toit considérablement, et à toute fin utile également, qu'il s'agisse d'orifices de ventilation de soffite classiques ou des modèles à clapet.
- 2) Sous l'effet de vents « inclinés », les ventilateurs à clapet ont dépressurisé considérablement le vide sous toit, alors que les événements classiques l'ont légèrement dépressurisé ou laissé en régime de pression neutre.
- 3) Dans le « pire des cas » d'exposition, les vents latéraux (ce qui comprendrait les maisons avec toiture en croupe dans la plupart des conditions de vent, en présence d'aérateurs sur toutes les façades), ont pressurisé le vide sous toit par les orifices de ventilation classiques, tandis que les ventilateurs à clapet ont effectivement dépressurisé le vide sous toit pour le mieux. Tout ce qui précède concorde avec les pressions calculées tirées de la base de connaissances de régimes de pression extérieurs (de l'University of Western Ontario et d'ailleurs).

Dans le cas de l'initiative de Pouch Cove, l'équipe responsable des aérateurs à clapet, le propriétaire-occupant et l'auteur, a été en mesure d'observer ce qui suit au cours des travaux sur place, du 12 au 14 juin. (En plus des vents perpendiculaires du sud-ouest et de l'ouest, il y a eu à différents moments des vents latéraux et inclinés d'une durée d'une heure, généralement du nord et une fois du sud. Sauf pour quelques rafales momentanées, aucun de ces vents n'a excédé les 15 à 25 km/h) :

- Dans le cas de vents de face, les clapets se déplacent un peu sous l'effet des rafales et des tourbillons, mais demeurent essentiellement en position ouverte en présence de faibles pressions adjacentes. La présence de clapets ne fait pour ainsi dire aucune différence dans le cas où les vents de face contournent librement une maison de forme rectangulaire qui présente peu d'obstacles.
- Dans le cas de vents latéraux, les clapets dans le vent se ferment et restent fermés lorsque les vents sont de l'ordre de 15 à 25 km/h. Ici, les clapets ont fait le travail pleinement : aucun vent ne pénètre à des vitesses qui pourraient entraîner de la pluie, ou même de la neige fine. Les clapets en aval (sous le vent) pendent simplement ou se déplacent faiblement; les combles ne restent exposés qu'aux régimes en dépressurisation jouxtant les aérateurs.

- Dans le cas de vents et de rafales fortement inclinés, les clapets faisant davantage face au vent se ferment également. Lorsqu'il existe un différentiel de pression qui agit vers l'intérieur (ce qui comprend les cas où les saillies nuisent à l'écoulement du vent le long des maisons, comme le montre les plans de maisons en L, en T ou en H) les clapets ont une tâche à exécuter, et ils semblent s'en acquitter tout comme dans les essais sur modèles à l'échelle.
- Même de faibles coups de vent dans l'axe de la maison ou ceux qui la contournent peuvent aisément entraîner un mouvement de fermeture-ouverture des clapets assez bruyant, malgré la présence de coussinets en caoutchouc.

Lors des séances de suivi de septembre de l'équipe, avec des vents du sud-ouest et d'ouest-sud-ouest dans l'axe de la maison, la pression dans les combles s'est avérée pour l'essentiel identique à la pression extérieure moyenne tout juste sous les aérateurs — comme ce fut le cas dans les séances précédentes. Ces pressions extérieures le long des façades parallèles au vent fluctuent rapidement même en présence d'un vent constant, sur le terrain ou en soufflerie, mais elles sont toujours négatives. Là encore, les aérateurs à clapet ne procurent aucun réel avantage lorsqu'il s'agit d'une maison à plan rectangulaire avec le vent soufflant dans l'axe : avec ou sans clapet, les aérateurs maintiennent le vide sous toit dépressurisé dans le cas de vent soufflant de face.

Dépressurisé, mais à quelle pression réelle? Les baromètres jumelés indiquent que la pression intérieure de « référence » a été ramenée à environ 70 Pa sous la pression statique extérieure, lors de vents de 50 km/h de toute direction, et jusqu'à 120 Pa dans le cas de vents de 65 à 70 km/h. (Les valeurs de dépressurisation se conforment à la règle des vitesses au carré, et sont vraisemblables pour une maison qui a été complètement dégarinée, étanchéisée et rénovée, et qui est dotée de cheminées avec boisseaux en saillie desservant un foyer à feu ouvert et un appareil de chauffage au mazout muni d'un volet barométrique. Le propriétaire-occupant a indiqué que toutes les portes et fenêtres, le volet du foyer et la trappe d'accès aux combles étaient fermés lors des essais.) Par conséquent, un facteur de correction de 70 Pa a été appliqué à tous les résultats de 50 km/h afin de traduire les différentiels de pression provoqués par le vent. À la suite de l'application de ce facteur de correction plutôt grossier, les pressions induites par le vent à l'extérieur sous les aérateurs sont conformes à celles que l'on trouve dans la base de connaissances, et les pressions engendrées par le vent dans le vide sous toit (Prs) sont en accord avec leurs valeurs moyennes et les résultats sur modèle à l'échelle (voir le tableau 1).

Tableau 1 Résultats des essais sur le terrain et des essais sur le modèle à l'échelle

Maison de Pouch Cove ~ 50 km/h, Pv* = 120 Pa (calculée)		Maquette à 1 : 15 montée sur véhicule ~100 km/h, Pv = 412 Pa (mesurée)		
2006	Prs* approx. en Pa	Prs/Pv*	Prs/Pv*	2005
10 sept. Clapets* →	-70	-0,58↓	0,53↓	← Clapets 8 juillet
21 juin Clapets* →	-65	-0,54↓		
3 juillet Clapets → bloqués*	-65	-0,54↓	0,53↓	← Clapets bloqués
Dérivation des valeurs en soufflerie ~ 100 km/h, Vp ~ 170 Pa.		Maquette à 1 : 15 Montée sur véhicule ~100 km/h, Vp ~ 412 Pa		
Clapets bloqués →		Prs/Pv*	Prs/Pv*	2005 30 juin ← Clapets bloqués - Les combles sont pressurisés au- delà de la pression ambiante
Clapets →		Prs*	Prs*	2005 30 juin Vide sous toit dépressurisé
(Fondés sur des mesures en soufflerie et à pied d'œuvre sous les soffites dans le vent et sous le vent - University of Western Ontario et autres sources.)		-0,2↑	0,20↑	+83 Pa
		-0,3↓	0,26↓	-108 Pa

*Prs = pression dans le vide sous toit, en Pa; Pv = pression due au vent; *Le rapport Prs/Pv est une façon normalisée d'exprimer la pression due au vent sur les bâtiments, et à l'intérieur de ceux-ci. Ce rapport permet d'établir une comparaison directe entre des résultats mesurés selon différentes vitesses de vent. *La flèche vers le bas indique une pression négative qui entraîne le support de couverture vers le bas, tandis qu'une flèche montante indique une pression positive, qui ajoute à l'effet de soulèvement.

Nota : 1) Les données du 10 septembre sont les seules où les capteurs de pression avaient été coupés à égalité de la surface du bâtiment. Les lectures de pression des trois séries d'essais ont toutes été rajustées grossièrement (voir le texte) afin de les lier à la pression ambiante (statique). 2) Bien que ces séries de lectures de pression extérieure aient été touchées par le fait que les capteurs de pression battaient au vent, les capteurs de pression dans le vide sous toit n'étaient pas touchés par ce phénomène. 3) On s'attend à ce que les fuites d'air affaiblissent la dépressurisation du vide sous toit d'une maison réelle par rapport aux résultats obtenus avec le modèle à l'échelle. Les résultats obtenus à Pouch Cove sont selon toute probabilité quelque peu optimistes, en raison du facteur de correction grossier appliqué à la pression statique avec la technique des deux baromètres.

CONCLUSIONS

L'emploi d'aérateurs de soffite à clapet pour prévenir l'entrée de la pluie poussée par le vent, mais qui restent en position ouverte sous des conditions de faible « succion » en pression négative, en aval (sous le vent) ou dans les zones de transition, fonctionne effectivement sur le terrain, tout comme c'est le cas de l'analyse théorique et des essais sur les modèles à l'échelle. Si les orifices de ventilation classiques peuvent permettre au vent d'entraîner des quantités désastreuses de neige ou de pluie et d'aggraver les forces de soulèvement sur l'enveloppe, les aérateurs à clapet sont en mesure de prévenir le premier phénomène et d'inverser le deuxième, par la dépressurisation des combles, ce qui diminue les forces nettes de soulèvement. La pose d'aérateurs de soffite à clapet s'effectue assez aisément en rattrapage. Les prototypes mis à l'essai se sont toutefois révélés trop bruyants.

La performance des aérateurs à clapet sous l'effet de vents plus forts accompagnés de bourrasques devrait être étudiée, et devrait comprendre un modèle de maison en L ou des interférences à l'écoulement du vent qui donnent un résultat semblable. Des « séries d'essais finales de vérification » sont en cours d'élaboration à l'aide d'un programme de « simulation d'ouragan » de catégorie 5 (Forrest Masters, Université de Floride). Une autre étude de cas de maison, le projet pilote de Mercer, a déjà été menée en Floride, au moyen d'un « aérateur à clapet à gorge » moins bruyant qui s'installe au-dessus de n'importe quel aérateur de soffite. (On indique que le bruit produit par le clapet constitue toujours un problème pour la quiétude du sommeil, mais qu'un clapet « ultra silencieux » a maintenant été mis à l'essai avec succès.) D'autres projets de travaux en rattrapage sont en voie de préparation.

Directeur de projet à la SCHL : Don Fugler

Consultants pour le projet de recherche : Bob Platts
Stormfirma Inc.

Recherche sur le logement à la SCHL

Aux termes de la partie IX de la *Loi nationale sur l'habitation*, le gouvernement du Canada verse des fonds à la SCHL afin de lui permettre de faire de la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et d'en publier et d'en diffuser les résultats.

Le présent feuillet documentaire fait partie d'une série visant à vous informer sur la nature et la portée du programme de recherche de la SCHL.

Pour consulter d'autres feuillets *Le Point en recherche* et pour prendre connaissance d'un large éventail de produits d'information, visitez notre site Web au

www.schl.ca

ou communiquez avec la

Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7
Téléphone : 1-800-668-2642
Télécopieur : 1-800-245-9274

©2007, Société canadienne d'hypothèques et de logement
Imprimé au Canada
Réalisation : SCHL

20-06-07

Bien que ce produit d'information se fonde sur les connaissances actuelles des experts en habitation, il n'a pour but que d'offrir des renseignements d'ordre général. Les lecteurs assument la responsabilité des mesures ou décisions prises sur la foi des renseignements contenus dans le présent ouvrage. Il revient aux lecteurs de consulter les ressources documentaires pertinentes et les spécialistes du domaine concerné afin de déterminer si, dans leur cas, les renseignements, les matériaux et les techniques sont sécuritaires et conviennent à leurs besoins. La Société canadienne d'hypothèques et de logement se dégage de toute responsabilité relativement aux conséquences résultant de l'utilisation des renseignements, des matériaux et des techniques contenus dans le présent ouvrage.